



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**11.04.2001 Patentblatt 2001/15**

(51) Int Cl.7: **B62D 21/15, B61D 15/06**

(21) Anmeldenummer: **99810906.0**

(22) Anmeldetag: **06.10.1999**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(71) Anmelder: **Alusuisse Technology & Management  
AG**  
**8212 Neuhausen am Rheinfall (CH)**

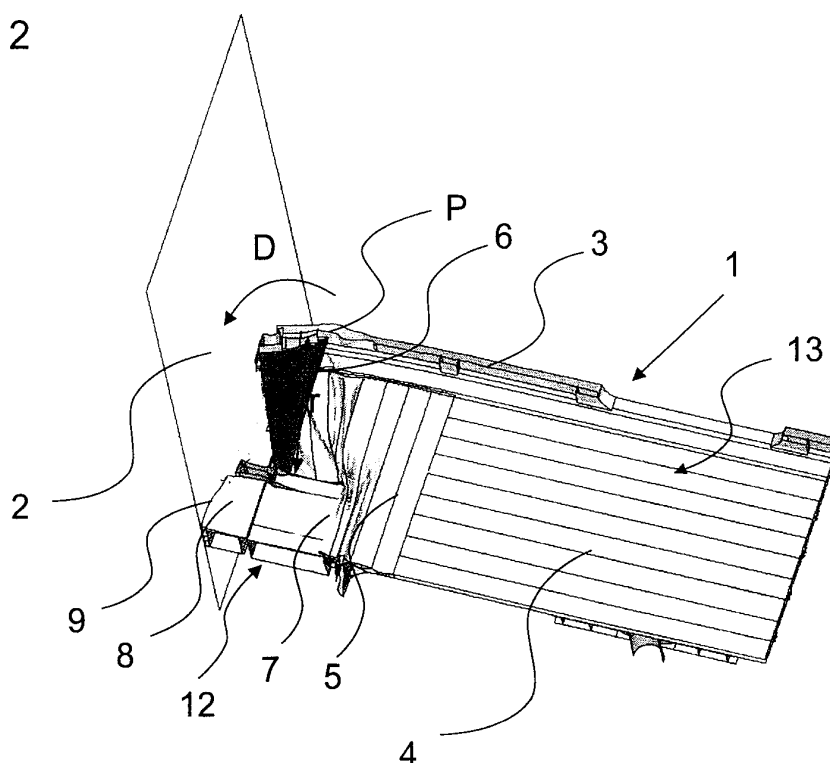
(72) Erfinder: **Schlusemann, Thomas**  
**78244 Gottmadingen (DE)**

(54) **Anordnung zur Absorption von Aufprallenergie**

(57) Eine Anordnung zur Absorption von Aufprallenergie für Schienen- oder Strassenfahrzeuge, enthält ein in der Art eines starren Hebelarmes oder als Teil eines Hebelarmes einer Länge  $r$  ausgebildetes längliches Einbauteil (6) mit zwei Endseiten (10, 11), welches mit der ersten Endseite (10) an der Längsseite eines Profilbauteils (3) befestigt ist und mit der zweiten Endseite (11) über ein Kollisions-Bauteil (12) an eine dem Profilbauteil (3) vorstehende Aufprallfläche (9) gekoppelt ist, derart dass eine auf die Aufprallfläche (9) wirkende Aufprall-

kraft unter Verschiebung des Kollisionsbauteils (12) in Aufprallrichtung eine Drehbewegung (D) des Einbauteils (6) um einen im Profilbauteil (3) vorbestimmten Drehpunkt (P) und ein lokales Umbiegen des Profilbauteils (3) am Drehpunkt P bewirkt. Durch die erfindungsgemässe Anordnung wird das Profilbauteil (3) aus der Aufprallrichtung weggebogen, so dass bei Einwirken der Aufprallkraft auf dessen Querschnitt das Profilbauteil (3) kontinuierlich umgebogen und Aufprallkraft absorbiert wird.

Fig. 2



## Beschreibung

**[0001]** Vorliegende Erfindung betrifft eine Anordnung zur Absorption von Aufprallenergie, insbesondere für Schienen- oder Strassenfahrzeuge.

**[0002]** Es ist bekannt, Energie absorbierende Bauteile an die Fahrzeugstruktur zu befestigen oder in die Fahrzeugstruktur zu integrieren. Diesen Bauteilen obliegt die Aufgabe, die bei einem Aufprall auf das Fahrzeug auftreffende Aufprallenergie teilweise oder vollständig zu absorbieren. Die Aufprallenergie wird dabei in der Regel unter Verformung des Bauteils in Wärme umgewandelt.

**[0003]** Mit dem Einbau von Energie absorbierenden Bauteilen sollen Personen, Frachtgut und die tragende Fahrzeugstruktur bzw. empfindliche Vorrichtungen am Fahrzeug vor Beschädigungen geschützt werden, indem die maximale Kraft- bzw. die negative Beschleunigungsspitze reduziert, d.h. der Aufprall bzw. der Stoss gedämpft wird. Beim Aufprall einer fahrenden Zugskomposition oder eines fahrenden Strassenfahrzeuges auf ein Hindernis sollen des weiteren die Fahrgastzellen keinen hohen Beschleunigungen ausgesetzt sein und möglichst wenig deformiert werden.

**[0004]** Es sind unterschiedliche Ausführungen von reversibel und irreversibel deformierbaren Energieabsorptionsbauteilen bekannt. So werden beispielsweise Hohlprofile als Energieabsorber eingesetzt, die unter Stauchung und Faltenbildung in Längsrichtung Aufprallenergie verzehren. Des weiteren sind wabenartige Bauteile oder Schaumstoffkörper bekannt die ebenfalls unter Deformation Aufprallenergie in Wärmeenergie umwandeln. Weiters sind auch Hohlstrukturen bekannt die bei einem Aufprall mit einem Energie absorbierenden Druckfluid gefüllt werden.

**[0005]** Diese Bauteile haben gemeinsam, dass sie in der Regel keine in die Fahrzeugstruktur integrierten Bauteile sind, sondern vielmehr Zusatzkonstruktionen an der Peripherie der Fahrzeuge darstellen.

**[0006]** Bei Schienenfahrzeugen ist es beispielsweise bekannt, zwischen Kupplung und Fahrgestell Energie absorbierende Bauteile einzubauen, welche bei mittleren Aufprallgeschwindigkeiten von bis 60 km/h einen Teil der beim Zusammenstoss generierten Aufprallenergie aufnehmen. Des weiteren sind bei Schienenfahrzeugen auch Puffer oder Kletterschutzvorrichtungen, sogenannte Anticlimber, zur Absorption oder Ablenkung von in Fahrzeuglängsrichtung wirkenden Aufprallkräften bekannt.

**[0007]** Die bekannten Anwendungen weisen den Nachteil auf, dass sie verhältnismässig viel Platz benötigen, da die von Bauteilen absorbierbare Energie neben dem erreichbaren Kraftniveau wesentlich vom möglichen Deformationsweg einer verformbaren Struktur abhängt. Bei vielen Anwendungen im Fahrzeugbau steht für Energie absorbierende Strukturen jedoch aufgrund funktionstechnischer oder gesetzlicher Bestimmungen nur ein begrenzter Raum zur Verfügung. Des

weiteren verursachen Energie absorbierende Bauteile ein höheres Fahrzeuggewicht, da diese in der Regel keine zusätzlichen funktionellen Aufgaben im Fahrgestell übernehmen.

**[0008]** Bekannte Strukturen zur Absorption von Aufprallenergie gewährleisten zudem in der Regel nur für kleine und mittlere Aufprallkräfte eine vollständige Energieabsorption. Bei einem stärkeren Aufprall kommt es hingegen nach Überwindung des Deformationsweges als Folge der unmittelbaren Krafteinwirkung auf den Rahmenquerschnitt, insbesondere auf die Fahrzeuglängsträger im Fahrgestell, zu einer markanten Kraft- und Beschleunigungsspitze.

**[0009]** Des weiteren besteht auch das Bedürfnis bestehende Fahrzeugstrukturen mit Energie absorbierenden Bauteilen nachzurüsten, um z.B. die Sicherheit zu erhöhen und den aktuellen Standards anzupassen. Aus konstruktiven Gründen oder aus Gründen der Wirtschaftlichkeit sind jedoch kaum geeignete Lösungen bekannt, die eine solches Nachrüsten der Fahrzeuge erlauben würden.

**[0010]** Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, ein Anordnung zur Absorption von Aufprallenergie zu schaffen, die gegenüber Lösungen nach dem Stand der Technik einen reduzierten Platzbedarf einnimmt, wobei die Anordnung weitere funktionelle Aufgaben in der Fahrzeugstruktur übernehmen soll. Des weiteren soll die genannte Anordnung, beispielsweise in Ergänzung zu weiteren Energie absorbierenden Bauteilen, insbesondere bei einem stärkeren Zusammenstoss, Aufprallenergie absorbieren und die Kraftspitzen brechen.

**[0011]** Erfindungsgemäss wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass ein Einbauteil mit einer ersten Endseite in einem Winkel an der Längsseite eines Profilbauteils befestigt ist und mit einer zweiten Endseite an eine dem Profilbauteil vorstehende Aufprallfläche gekoppelt ist und die Aufprallfläche um ein Längenmass  $a$  der Stirnseite des Profilbauteils vorsteht, derart dass eine auf die Aufprallfläche wirkende Aufprallkraft unter Verschiebung des Kollisions-Bauteils in Richtung der einwirkenden Aufprallkraft eine Drehbewegung des Einbauteils um einen im Profilbauteil vorbestimmten Drehpunkt  $P$  und ein lokales Umbiegen des Profilbauteils am Drehpunkt  $P$  um ein Winkelmass bewirkt.

**[0012]** Unter Profilbauteil ist in diesem Text ein längliches Bauteil mit über seine Längsausdehnung gleichbleibendem oder sich änderndem Profilquerschnitt zu verstehen. Das Profilbauteil ist bevorzugt ein Trägerprofil der Fahrzeugstruktur, insbesondere des Fahrgestellrahmens. Das Trägerprofil ist vorteilhaft ein in Fahrzeuglängsrichtung verlaufendes Trägerprofil.

**[0013]** Das Einbauteil ist zweckmässig in der Art eines starren Hebelarmes oder als Teil eines starren Hebelarmes einer Länge  $r$  ausgebildet und mit einer ersten Endseite in einem Winkel an der Längsseite eines Profilbauteils befestigt und mit einer zweiten Endseite, vorteilhaft über ein Kollisions-Bauteil, an eine Aufprallflä-

che gekoppelt.

**[0014]** Durch lokales Schwächen des Profilbauteils kann beispielsweise der Drehpunkt, d.h. der Knick- oder Umbiegepunkt im Profilbauteil festgelegt werden. Weist der Profilbauteil keine besonderen Schwachstellen auf, so kommt der Drehpunkt konstruktionsbedingt in der Regel am Rande des Verbindungsabschnittes zwischen Einbauteil und Profilbauteil zu liegen.

**[0015]** In besonders zweckmässiger Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass das Einbauteil in der Art eines starren Hebelarmes ausgebildet und mit einer Endseite in einem Winkel an der Längsseite eines Profilbauteils befestigt ist, und der Drehpunkt im Profilbauteil am Rand des Verbindungsabschnittes zwischen Einbauteil und Profilbauteil liegt, derart dass eine auf die Aufprallfläche wirkende Aufprallkraft eine Drehbewegung des Einbauteils um den Drehpunkt in einem Radius, welcher gleich der Länge des Einbauteils ist, und ein lokales Umbiegen des Profilbauteils bewirkt.

**[0016]** Die Aufprallfläche steht dem Profilbauteil, d.h. der Stirnfläche des Profilbauteils, zweckmässig um ein Längenmass bzw. einen Abstand  $a$  vor. Bei einem Zusammenstoss zweier Fahrzeuge bzw. bei einem Aufprall auf ein Hindernis trifft die Aufprallkraft als erstes auf die vorgesehene Aufprallfläche. Die Aufprallfläche wird unter Abdrehen des Einbauteils um die Länge  $a$  zurückversetzt, gegebenenfalls unter Deformation von dazwischen liegenden, Energie absorbierenden Teilen. Die Aufprallkraft trifft erst nach Zurücksetzen der Aufprallfläche um die Länge  $a$  auf den Querschnitt des Profilbauteils auf.

**[0017]** Das Profilbauteil bzw. der Profilbauteilabschnitt ist zweckmässig nach zurückgelegter Distanz  $a$  der Aufprallfläche in Richtung der einwirkenden Aufprallkraft, d.h. bis zur Einwirkung der Aufprallkräfte auf den Querschnitt bzw. auf die Stirnseite oder stirnseitige Endfläche des Profilbauteils, um ein Winkelmass von  $0$  bis  $30^\circ$ , vorteilhaft von  $0$  bis  $10^\circ$  am Drehpunkt  $P$  aus seiner ursprünglichen Lage umgebogen.

**[0018]** Der Abstand  $a$  ist folglich so bemessen, dass zum Zeitpunkt der direkten Einwirkung der Aufprallkräfte auf den Querschnitt bzw. die Stirnseite des Profilbauteils, das Profilbauteil, als Folge der Drehbewegung des Einbauteils, bereits um ein Winkelmass der vorgenannten Grössenordnung umgebogen ist.

**[0019]** Das Profilbauteil liegt vorteilhaft richtungsgleich zur Hauptkomponente der zu erwartenden Aufprallkraft. Das Einbauteil ist zweckmässig in einem Winkel zwischen  $0^\circ$  und  $180^\circ$ , vorzugsweise zwischen  $45^\circ$  bis  $135^\circ$ , insbesondere zwischen  $80^\circ$  bis  $100^\circ$ , mit einer Endseite am Profilbauteil befestigt.

**[0020]** Das Einbauteil ist zweckmässig einem, der zu erwartenden Aufprallkraft naheliegenden, Endabschnitt des Profilbauteils angebracht. Der Endabschnitt des Profilbauteils kann weitere Anbau- oder Verbindungsbauteile aufnehmen. Diese Anbauteile verhalten sich bei einem Aufprall jedoch zweckmässig derart, dass sie das Umbiegen des Profilbauteils in seinem Endab-

schnitt nicht hinauszögern oder verhindern.

**[0021]** Ein Aufprallereignis erfolgt in der Regel im Front- oder Heckbereich des Fahrzeuges mit einer Aufprall-Hauptkomponente in Fahrzeuglängsrichtung. In bevorzugten Ausführung der Erfindung ist deshalb die erfindungsgemässe Anordnung als front- oder heckseitiger Aufprallschutz gestaltet. Das Profilbauteil ist dabei ein Fahrzeuglängsträger, wobei das Einbauteil vorteilhaft am vorderen bzw. hinteren Endabschnitt des Fahrzeuglängsträgers angeordnet ist.

**[0022]** Die erfindungsgemässe Anordnung bewirkt eine bei einem Aufprall durch Umbiegen günstige Richtungsänderung des Profilbauteils in seinem dem Aufprallereignis nächstliegenden Abschnitt, derart, dass das Profilbauteil durch die fortschreitend auf den Querschnitt des Profilbauteils einwirkenden Aufprallkräfte unter Absorption derselben in eine gleichmässige, kontrollierte Abknick-Bewegung überführt wird.

**[0023]** Das Einbauteil kann ein Hohlprofil, wie ein Ein- oder Mehrkammerhohlprofil, ein offenes Profil, wie ein U-förmiges, V-förmiges, T- oder doppel-T-förmiges Profil, ein Rohr, ein Stab, ein flächiges Teil, z.B. ein Blech, insbesondere ein strukturiertes Blech, oder eine Kombination von vorgenannten Varianten sein. Des weiteren kann das Einbauteil aus einem Seil sein. Bevorzugt wird ein Blech, insbesondere ein strukturiertes Blech verwendet. Die Dicke des Bleches kann z.B. weniger als  $10$  mm, insbesondere weniger als  $5$  mm betragen.

**[0024]** Das Einbauteil kann aus einem Eisenmetall, wie Eisen, verzinn- oder verzinktes Eisen, Stahl, Stahlegierung oder aus einem Nicht-Eisenmetall, wie Buntmetalle, Magnesium und seine Legierungen, und insbesondere Aluminium und seine Legierungen, aus verstärktem Kunststoff, insbesondere aus faserverstärktem Kunststoff, oder aus einer Kombination vorgenannter Werkstoffe, insbesondere aus einem Metall-Kunststoffverbund, sein.

**[0025]** Die erfindungsgemässe Anordnung enthält zweckmässig ein Kollisions-Bauteil mit einer, zweckmässig peripher und quer zur erwartenden Hauptkomponente der Aufprallrichtung liegenden Aufprallfläche zur Aufnahme und Weiterleitung der Aufprallenergie. Das Kollisions-Bauteil ist mit dem Einbauteil, zweckmässig über Verbindungselemente, verbunden, vorteilhaft starr verbunden, derart dass die Aufprallenergie teilweise oder vollständig auf das Einbauteil abgeleitet wird. Das Kollisionsbauteil kann derart mit dem Einbauteil verbunden sein, dass es sich bei einem Aufprall gemeinsam mit dem Einbauteil um den Drehpunkt  $P$  bewegt. In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Verbindung zwischen dem Einbauteil und dem Kollisionsbauteil dergestalt, dass sich das Kollisionsbauteil bei einem Aufprall in Fahrzeuglängsrichtung verschiebt.

**[0026]** Das Kollisions-Bauteil kann zusätzlich an einer tragenden Fahrzeugbodenstruktur befestigt sein. Die Befestigung ist vorteilhaft dergestalt, dass die Aufprallenergie vom Kollisions-Bauteil im wesentlichen auf das

Einbauteil abgeleitet wird. Das Kollisions-Bauteil kann ein, gegebenenfalls modifiziertes, funktionelles Bauteil der Fahrzeugstruktur sein, z.B. im Falle eines Schienenfahrzeuges eine Puffer-, bzw. Kupplungsvorrichtung oder ein Kletterschutz. Das Kollisions-Bauteil kann auch ein integrales Bauteil des Einbauteiles sein.

**[0027]** Die tragende Fahrzeugbodenstruktur kann eine Rahmenkonstruktion aus beispielsweise über Querträger verbundenen seitlichen Fahrzeuglängsträgern sein. Des weiteren kann die tragende Fahrzeugbodenstruktur einen Fahrzeugboden aus beispielsweise längs und/oder quer zur Fahrzeugrichtung orientierten Fahrzeugboden-Profilen, wie Ein- und/oder Mehrkammerhohlprofilen, wobei die Fahrzeugboden-Profile profil-längsseitig aneinander gereiht und miteinander verschweisst oder mittels Schrauben, Nieten, Kleben, Klemmen und dergl. oder Kombinationen davon verbunden sind, enthalten, wobei die Fahrzeugboden-Profile von seitlichen Fahrzeuglängsträgern oder Untergurten getragen werden. Die Fahrzeugbodenstruktur kann auch einen Fahrzeugboden aus Bodenplatten, insbesondere aus Verbundplatten oder Bodenblechen, enthalten.

**[0028]** Die Fahrzeugbodenstruktur kann aus verstärktem, insbesondere faserverstärktem Kunststoff, aus einem Eisenmetall, wie Eisen, verzinn-tes oder verzinktes Eisen, Stahl, Stahllegierung oder aus einem Nicht-Eisenmetall, wie Magnesium und seine Legierungen, und insbesondere Aluminium und seine Legierungen, oder aus einer Kombination vorgenannter Werkstoffe, insbesondere aus einem Metall-Kunststoff-Verbund, sein.

**[0029]** Ein zwischen den Fahrzeuglängsträgern oder Untergurten liegender Fahrzeugboden weist zweckmässig in Aufprallrichtung eine geringere Steifigkeit auf als das Einbauteil, so dass sich das Einbauteil bei einem Aufprall unter Deformation des Fahrzeugbodens in eine Drehbewegung führen lässt.

**[0030]** In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist das Einbauteil an wenigstens einer Längsseite punktuell, teil- oder ganzflächig mit dem Fahrzeugboden verbunden, so dass ein Teil der Aufprallenergie während der Drehbewegung des Einbauteils weitflächig vom Fahrzeugboden unter Deformierung desselben absorbiert wird.

**[0031]** Durch die Anbindung des Einbauteils an den Fahrzeugboden wird die Steifigkeit der durch das Einbauteil hergestellten Verbindung zwischen Kollisionselement und Profilbauteil erhöht. Das Einbauteil kann demzufolge weniger starr konzipiert werden. Es kann insbesondere flächig oder als Blech ausgebildet sein, da eine Verwindung des Bleches während des Aufpralls durch seine Anbindung an den Fahrzeugboden verhindert wird.

**[0032]** Das Einbauteil ist z.B. über eine Schweiss-, Schraub-, Niet-, Klemm- oder Klebverbindung oder einer Kombination genannter Verbindungsarten an das Profilbauteil befestigt. Die Verbindung kann kraft-

form-, reibschlüssig oder eine Kombination davon sein.

**[0033]** Ist das Einbauteil als Blech ausgebildet, so kann das Einbauteil eine abgewinkelte, insbesondere um 90° abgewinkelte, erste Endseite aufweisen und mit dieser am Profilbauteil anliegen und mittels Schweissverbindung oder mit die abgewinkelte Endseite durchstossenden Schraub- oder Nietverbindungen mit dem Profilbauteil verbunden sein. Des weiteren kann auch die zweite Endseite des Einbauteils eine abgewinkelte, insbesondere um 90° abgewinkelte, zweite Endseite als Verbindungsschnittstelle der vorbeschriebenen Art aufweisen. Abgewinkelt heisst, dass das Blech endseitig um einen Winkel zwischen 0° und 180° umgebogen ist.

**[0034]** Das Profilbauteil kann eine beliebige Querschnittsform aufweisen. Er kann z.B. ein Hohlprofil, wie ein Ein- oder Mehrkammerhohlprofil, ein offenes Profil, wie ein U-förmiges, V-förmiges, T- oder doppel-T-förmiges Profil oder eine Kombination dieser Querschnittsformen sein. Das Profilbauteil ist bevorzugt ein Hohlprofil, insbesondere ein Mehrkammerhohlprofil. Das Profilbauteil kann aus verstärktem, insbesondere faserverstärktem, Kunststoff, aus einem Eisenmetall, wie Eisen, verzinn-tes oder verzinktes Eisen, Stahl, Stahllegierungen, aus einem Nicht-Eisenmetall, wie Magnesium und seinen Legierungen, und insbesondere aus Aluminium und seinen Legierungen oder aus einer Kombination vorgenannter Werkstoffe, insbesondere aus einem Metall-Kunststoffverbund, sein.

**[0035]** Zwischen der Aufprallfläche und dem Einbauteil können weitere Energie absorbierende Bauteile, wie Hohlprofile, Wabenstrukturen, und dergl. angeordnet sein, welche beispielsweise bei kleineren bis mittleren Aufprallkräften Energie absorbieren, bevor ein Abdrücken des Einbauteils bzw. eine Verformung des Profilbauteils eingeleitet wird. Es können im weiteren auch Energie absorbierende Bauteile der erfindungsgemässen Anordnung nachgeschaltet sein, derart, dass bei erschöpftem Energieabsorptionsvermögen der erfindungsgemässen Anordnung die nachgeschalteten Energieabsorber aktiviert werden.

**[0036]** In bevorzugter Ausführung der Erfindung sind weitere Energieabsorber derart im Fahrzeugboden angeordnet, dass diese während des Abdrückens des Einbauteils bzw. des Umbiegens des Profilbauteils deformiert werden und zusätzlich Aufprallenergie absorbieren. Die zusätzlichen Energieabsorber sind vorteilhaft quer zur erwarteten Hauptkomponente der Aufprallrichtung angeordnete Hohlprofile im Fahrzeugboden.

**[0037]** In Ausgestaltung der Erfindung können in einem Fahrzeug mehrere erfindungsgemässe Einbauteile hintereinander am selben oder an verschiedenen Profilbauteilen oder nebeneinander an verschiedenen Profilbauteilen angeordnet sein. Durch die Anordnung mehrerer Einbauteile an einem Profilbauteil, kann beispielsweise das Profilbauteil bei einem Aufprall umfassend geschwächt werden, so dass die Aufprallkraft zu keinem Zeitpunkt unter Erzeugung einer Kraftspitze voll

auf den Profilbauteilquerschnitt einwirkt, sondern vielmehr in einem fortschreitendem Umbiegen des Profilbauteils absorbiert wird.

**[0038]** Das Einbauteil kann des weiteren eine konstruktive Ausgestaltung eines Teiles der Fahrzeugbodenstruktur sein und z.B. zusätzlich als Verstrebung eine tragende oder versteifende Funktion im Fahrzeugboden einnehmen.

**[0039]** Die erfindungsgemässe Anordnung funktioniert richtungsunabhängig. Besonders grosse Wirksamkeit entfaltet die Anordnung, wenn die Hauptkomponente der Aufprallenergie in einem rechten Winkel zum Einbauteil wirkt.

**[0040]** Besonders vorteilhafte Anwendungsgebiete für die erfindungsgemässe energieabsorbierende Struktur sind: Lastkraftwagen-Unterbau- und Aufprallschutz, Personenwagen-Aufprallschutz oder Aufprallschutz für Schienenfahrzeuge.

**[0041]** Mit der erfindungsgemässen Anordnung kann eine konstante Aufprallkraft ohne Kraftspitzen über den gesamten Deformationsweg aufrechterhalten werden, was eine optimale Energieabsorption auf kurzem Deformationsweg erlaubt.

**[0042]** Die erfindungsgemässe Anordnung zur Absorption von Aufprallenergie weist weiters den Vorteil auf, dass die Deformationen an Orten der Fahrzeugstruktur gelenkt werden, an welchen sie für das jeweilige Fahrzeug, seine Einrichtungen und Insassen am wenigsten schädliche Auswirkungen haben. Des weiteren erlaubt die erfindungsgemässe Anordnung die Energieabsorption trotz beschränktem Raumangebot. Die Anordnung erfordert keine besondere Anpassung und Optimierung der Fahrzeugstruktur, insbesondere der Fahrzeugbodenstruktur und kann in bestehende Fahrzeuge nachträglich eingebaut werden. Die Anordnung ist des weiteren ohne gezielte Schwächung der Fahrzeugstruktur einsetzbar. Dank der erfindungsgemässen Anordnung können bei einem Aufprall Teile der Fahrzeugstruktur in einen Verformungsmodus gezwungen werden, der bezüglich der auftretenden Kräfte, Wege und Energien, günstiger ist als der Modus, der sich ohne diese Beeinflussung infolge der gegebenen Ausgangsgeometrie der Fahrzeugstruktur ergeben würde.

**[0043]** Im folgenden wird die Erfindung beispielhaft und mit Bezug auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1: eine schematische Ansicht aus der Perspektive von einem Ausschnitt durch die Fahrzeugbodenstruktur eines Schienenfahrzeuges, eine Anordnung zur Absorption von Aufprallenergie enthaltend, wobei die Darstellung der erfindungsgemässen Anordnung der Situation vor dem Aufprall entspricht;

Fig. 2: eine schematische Ansicht aus der Perspektive von einem Ausschnitt durch die Fahr-

zeugbodenstruktur eines Schienenfahrzeuges, eine Anordnung zur Absorption von Aufprallenergie enthaltend, wobei die Darstellung der erfindungsgemässen Anordnung der Situation während bzw. nach dem Aufprall entspricht;

Fig. 3: ein schematisches Kraft-Weg-Diagramm während eines Fahrzeugaufpralls.

**[0044]** Die tragende Fahrzeugbodenstruktur 1 des Schienenfahrzeuges gemäss Fig. 1 enthält einen Fahrzeugboden 13 mit Fahrzeugboden-Querprofilen 5 und Fahrzeugboden-Längsprofilen 4, welche als Mehrkammerhohlprofile ausgebildet und längsseitig aneinander gereiht und gegenseitig verschweisst sind. Im frontseitigen Abschnitt sind die Fahrzeugboden-Querprofile 5 quer zur Fahrzeuglängsrichtung angeordnet. Die Fahrzeugboden-Längsprofile 4 im dahinter liegenden Abschnitt sind in Fahrzeuglängsrichtung angeordnet.

**[0045]** Die Fahrzeugbodenstruktur 1 ist in Fahrzeugquerrichtung lediglich halbseitig dargestellt, wobei die andere nicht gezeigte Hälfte der Fahrzeugbodenstruktur 1 spiegelsymmetrisch zur dargestellten Fahrzeugbodenstruktur 1 ist. Den seitlichen Abschluss der Fahrzeugbodenstruktur 1 bildet ein Fahrzeuglängsträger 3. Dieser ist ebenfalls als Mehrkammerhohlprofil ausgebildet.

**[0046]** Ein Einbauteil 6 der Länge  $r$  ist in Fahrzeugquerrichtung angeordnet und mit einer ersten Endseite 10 mittels Schweissverbindung an die Längsseite des vorderen Endabschnitts des Fahrzeuglängsträgers 3 angebracht. Das Einbauteil 6 ist trapezförmig und von flächiger Gestalt. Es weist eine Wanddicke von weniger als 5 mm auf.

**[0047]** Das Einbauteil 6 ist mit einer zweiten Endseite 11 über eine Schweissverbindung an ein mittig angeordnetes Kollisions-Bauteil 12, enthaltend einen Kletterschutz 8 mit Zwischenbauteil 7, befestigt. Die Endfläche des Kletterschutzes 8 ist frontseitig angeordnet und bildet die Aufprallfläche 9, welche die stirnseitige Endfläche 14 des Fahrzeuglängsträgers 3 um den Abstand  $a$  überragt. Der Abstand  $a$  kann mehrere Zentimeter bis mehrere Dezimeter, z.B. 20 bis 50 cm, insbesondere 25 bis 35 cm, betragen.

**[0048]** Das Einbauteil 6 ist mit dem Fahrzeugboden 13 verschweisst. Dadurch wird die Steifigkeit des flächigen Einbauteils 6 erhöht.

**[0049]** Durch den Aufprall des Schienenfahrzeuges auf das Hindernis 2 wird das Kollisions-Bauteil 12 um den Abstand  $a$  in Fahrzeuglängsrichtung entgegen der Aufprallkraft nach hinten geschoben. Durch die Verschiebung des Kollisions-Bauteils 12 wird das Einbauteil 6 in eine Drehbewegung in Drehrichtung  $D$  um den Drehpunkt  $P$  mit Radius  $r$  geführt (Fig. 2). Des weiteren bewirkt die Lageänderung des Einbauteils 6 die Stauchung und Deformation der Fahrzeugboden-Querprofile 5.

**[0050]** Im Drehpunkt P erfährt der Fahrzeuglängsträger 3 einen Knick. Durch die Knickbildung wird bereits Aufprallenergie absorbiert. Nach zurückgelegter Distanz a der Aufprallfläche 9 des Kollisions-Bauteils 12 beginnt die Aufprallkraft auf den Fahrzeuglängsträger 3 einzuwirken. Da die Aufprallkraft nicht frontal auf die Stirnseite sondern auf den geknickten Abschnitt des Fahrzeuglängsträgers 3, d.h. auf seinen Eckbereich zwischen Stirn- und Längsseite einwirkt, wird der Fahrzeuglängsträger bzw. der abgebogene Abschnitt in eine gleichmässige, kontrollierte Abknickbewegung überführt, wodurch Aufprallkraft absorbiert und die Kraftspitze gebrochen wird. Durch das erfolgte Abknicken des Fahrzeuglängsträgers am Drehpunkt P wird der Fahrzeuglängsträger bei fortschreitender Krafteinwirkung nicht nur am Drehpunkt P sondern an weiteren Stellen, insbesondere ausgehend vom Drehpunkt P entgegen der Krafteinwirkungsrichtung, fortschreitend umgebogen.

**[0051]** Die in Fig. 1 und 2 gezeigte Energie absorbierende Anordnung eignet sich sowohl für den Front- als auch für den Heckbereich des Schienenfahrzeuges. Des weiteren kann die erfindungsgemässe Anordnung auch für den gegenüberliegenden, nicht gezeigten Fahrzeuglängsträger vorgesehen sein, so dass beispielsweise im Front- und/oder Heckbereich des Fahrzeuges je zwei solche Einbauteile 6 angebracht sind.

**[0052]** Kurve A und B in Fig. 3 zeigen schematisch den Verlauf der Aufprallkraft bzw. des Aufpralldruckes p in Abhängigkeit des zurück gelegten Verformungsweges s in Fahrzeuglängsrichtung, wobei der Achsen Schnittpunkt mit s = 0 den Aufprallkontakt des Hindernisses mit der Aufprallfläche darstellt.

**[0053]** Kurve A zeigt den schematischen Kraftverlauf bei einem Fahrzeug mit herkömmlichen Deformationselementen, wie z.B. Rohrprofilstücke oder eine unter Deformierung Energie absorbierende Fahrgestellkonstruktion, ohne erfindungsgemässe Anordnung. Kurve B zeigt den schematischen Kraftverlauf bei einem Fahrzeug mit erfindungsgemässer Anordnung gemäss Fig. 1 bis 2.

**[0054]** Bis zur ersten Kraftspitze  $p_1$  verlaufen die beiden Kurven A und B identisch. Die Kraftspitze  $p_1$  ist die initiale Kraftspitze zu Beginn der Verformung, wenn das Hindernis 2 auf die Aufprallfläche 9 am Fahrzeug auftrifft.

**[0055]** In Kurve A nimmt bei fortschreitendem Deformationsweg die einwirkende Kraft wieder ab, da dem Hindernis nach Einleitung der Verformung der Deformationsbauteile weniger Widerstand entgegengesetzt wird. Nach zurück gelegtem Deformationsweg folgt die volle Krafteinwirkung auf den stirnseitigen Querschnitt bzw. Endfläche 14 des Fahrzeuglängsträgers 3, wodurch eine markante Kraftspitze  $p_2$  erzeugt wird. Der Fahrzeuglängsträger verhält sich hinsichtlich der Krafteinwirkung als äusserst starr und wird erst unter sehr hoher Krafteinwirkung in ein Umbiegen gelenkt, womit die hohe Kraftspitze zu erklären ist.

**[0056]** In Kurve B nimmt bei fortschreitendem Deformationsweg die einwirkende Kraft wieder zu. Dies zeugt von einem zunehmenden Abbau der Aufprallenergie, welcher einerseits durch das Umbiegen des Fahrzeuglängsträgers 3 mittels Einbauteil 6 und andererseits durch die sich verformenden Fahrzeugboden-Querprofile 5, welche in diesem Fahrzeugabschnitt als Energie absorbierende Struktur konzipiert ist, zustande kommt. Nach zurück gelegtem Deformationsweg a folgt die Krafteinwirkung auf den umgebogenen Fahrzeuglängsträger 3. Der Fahrzeuglängsträger 3 ist in dieser Phase durch das Umbiegen bereits soweit geschwächt, dass dieser bei fortschreitender Deformation noch weiter umgebogen und seine Hohlstruktur gestaucht wird. Dadurch und dank der zusätzlichen Energieabsorption durch das Umbiegen des Fahrzeuglängsträgers 3 tritt keine zweite Kraftspitze  $p_2$  analog zu jener in Kurve A auf.

**[0057]** Da die Fläche unter den Kraft-Weg-Kurven A bzw. B der Verformungsenergie entspricht, kann weiters aus Fig. 3 entnommen werden, dass die erfindungsgemässe Anordnung gegenüber einer herkömmlichen Konstruktion ein stark verbessertes Kompensationsvermögen für die auftreffende Aufprallenergie aufweist.

## Patentansprüche

1. Anordnung zur Absorption von Aufprallenergie, insbesondere für Schienen- oder Strassenfahrzeuge, dadurch gekennzeichnet, dass ein Einbauteil (6) mit einer ersten Endseite (10) in einem Winkel an der Längsseite eines Profilbauteils (3) befestigt ist und mit einer zweiten Endseite (11) an eine dem Profilbauteil (3) vorstehende Aufprallfläche (9) gekoppelt ist und die Aufprallfläche (9) um ein Längenmass (a) der Stirnseite (14) des Profilbauteils (3) vorsteht, derart dass eine auf die Aufprallfläche (9) wirkende Aufprallkraft unter Verschiebung des Kollisions-Bauteils (12) in Richtung der einwirkenden Aufprallkraft eine Drehbewegung des Einbauteils (6) um einen im Profilbauteil (3) vorbestimmten Drehpunkt (P) und ein lokales Umbiegen des Profilbauteils (3) am Drehpunkt (P) um ein Winkelmass bewirkt.
2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Einbauteil (6) in der Art eines starren Hebelarmes oder als Teil eines starren Hebelarmes einer Länge r ausgebildet ist und mit einer ersten Endseite (10) in einem Winkel an der Längsseite eines Profilbauteils (3) befestigt ist und mit einer zweiten Endseite (11), vorzugsweise über ein Kollisions-Bauteil (12), an eine Aufprallfläche (9) gekoppelt ist.
3. Anordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Drehpunkt (P) im Profilbauteil (3)

im Randbereich des Verbindungsabschnittes zwischen Einbauteil (6) und Profilbauteil (3) liegt, derart dass eine auf die Aufprallfläche (9) wirkende Aufprallkraft eine Drehbewegung des Einbauteils (6) mit Radius  $r$  um den Drehpunkt (P) und ein lokales Umbiegen des Profilbauteils (3) bewirkt.

4. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Profilbauteil (3) richtungsgleich zur Hauptkomponente der zu erwartenden Aufprallkraft liegt und das Einbauteil (6) in einem Winkel von  $45^\circ$  bis  $135^\circ$ , vorzugsweise von  $80^\circ$  bis  $100^\circ$ , mit der ersten Endseite (10) am Profilbauteil (3) angeordnet ist und die Aufprallfläche (9) der Stirnseite (14) des Profilbauteils (3) um einen Abstand (a) vorsteht. 5 10
5. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Aufprallfläche (9) um ein Längenmass (a) der Stirnseite (14) des Profilbauteils (3) vorsteht und das Längenmass (a) derweise bemessen, dass zum Zeitpunkt der direkten Einwirkung der Aufprallkräfte auf den Querschnitt bzw. die Stirnseite (14) des Profilbauteils (3), dieser bereits um ein Winkelmass von 0 bis  $30^\circ$ , insbesondere von 0 bis  $10^\circ$  am Drehpunkt (P) umgebogen ist. 15 20 25
6. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Profilbauteil (3) ein Ein- oder Mehrkammerhohlprofil aus einem Eisen- oder Nichteisenmetall, insbesondere aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung und das Einbauteil (6) aus einem Eisen- oder Nichteisenmetall, vorzugsweise aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung, ist. 30 35
7. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Einbauteil (6) auf einem Fahrzeugboden (13) aufliegt und mit seiner dem Fahrzeugboden (13) aufliegenden Seite punktuell, teil- oder ganzflächig mit dem Fahrzeugboden (13), vorzugsweise mittels Schweissverbindung, verbunden ist. 40
8. Anordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Einbauteil (6) ein flächiges Bauteil mit einer Dicke von vorzugsweise weniger als 10 mm, insbesondere weniger als 5 mm, ist und das Einbauteil (6) teil- oder vollflächig mit dem Fahrzeugboden (13) verbunden ist. 45 50
9. Anordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Fahrzeugboden (13) im Bereich des Einbauteils (6) aus gegeneinander gefügten, vorzugsweise quer zum Profilbauteil verlaufenden, Fahrzeugboden-Profilen (5), insbesondere Hohlprofile aus Aluminium besteht. 55

10. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Einbauteil (6) an einem der Aufprallfläche nächstliegenden Endabschnitt des Profilbauteils (3) befestigt ist.

11. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein oder mehrere Deformationselemente hinter der Aufprallfläche (9) angeordnet sind, derart dass ein Teil der Aufprallenergie vor, nach und/oder während des Abdrehens des Einbauteils (6) durch die Deformationselemente absorbiert wird.

12. Anordnung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass ein oder mehrere Deformationselemente direkt oder indirekt mit dem Einbauteil (6) gekoppelt sind, derart dass die Aufprallkraft über das Einbauteil (6) teils auf das oder die Deformationselemente und teils auf das Profilbauteil (3) abgeleitet werden.

13. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Anordnung im front-und/oder Heckbereich des Fahrzeuges positioniert ist und das Profilbauteil (3) ein Fahrzeuglängsträger eines Fahrgestellrahmens ist und das Einbauteil (6) quer zur Fahrzeuglängsrichtung angeordnet ist und die Aufprallfläche (9) der Stirnseite (14) des Fahrzeuglängsträgers (3) um ein Längenmass (a) vorsteht.

Fig. 1

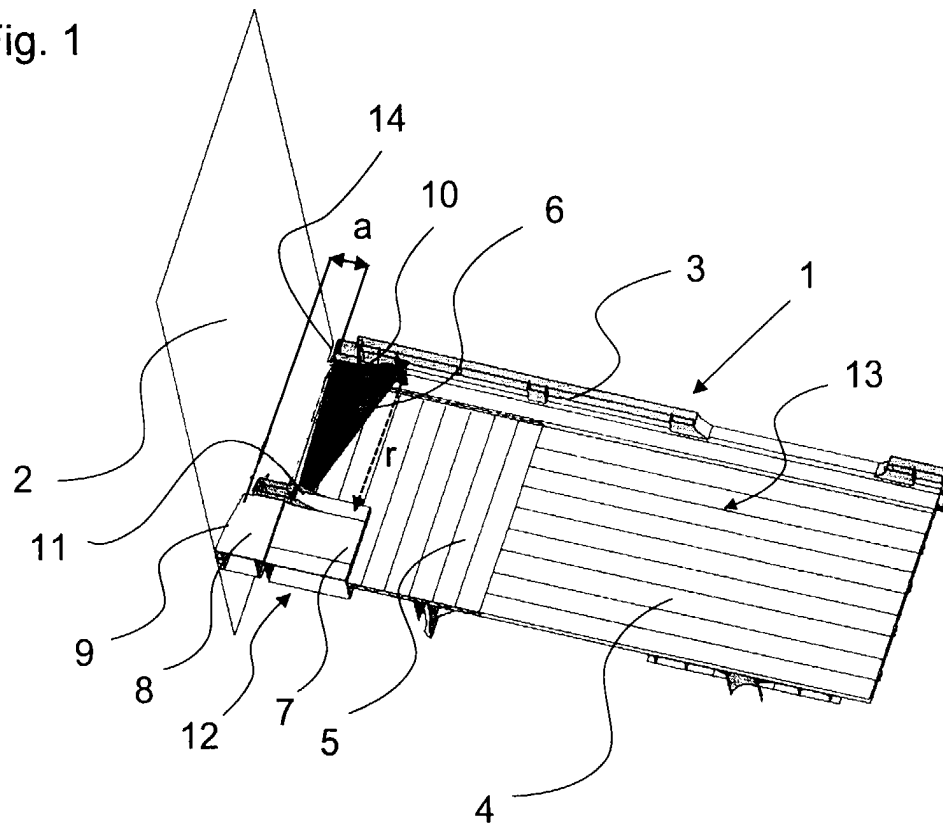


Fig. 2

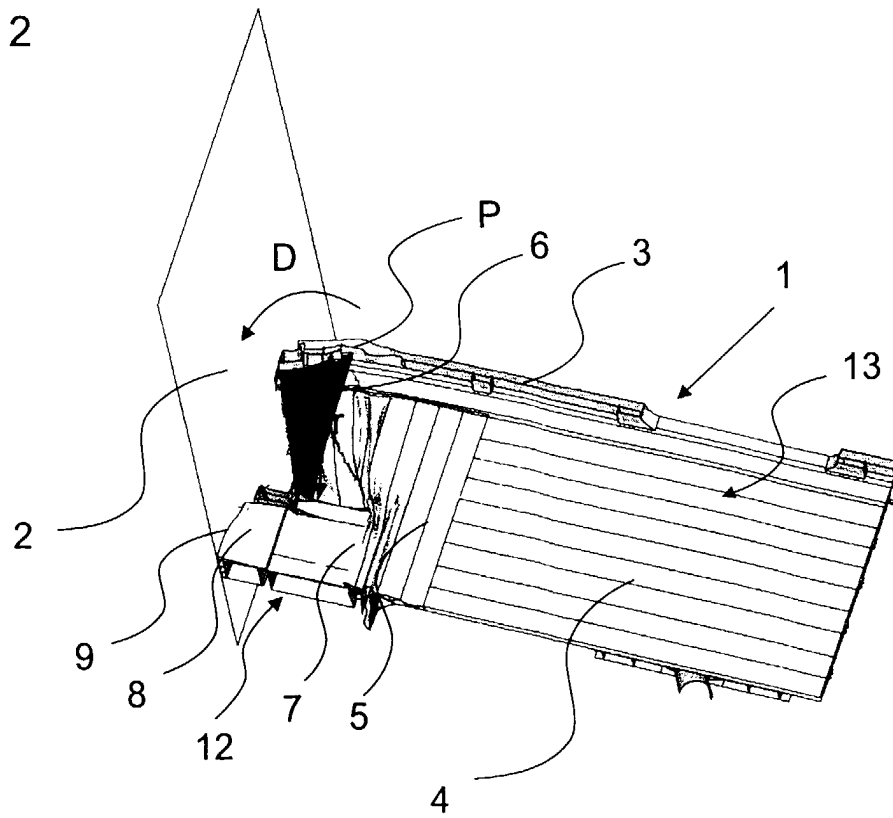
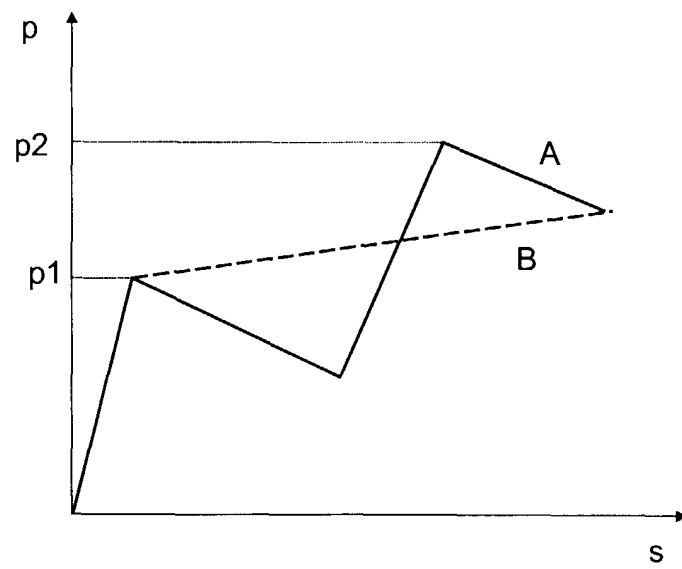




Fig. 3





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 99 81 0906

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	FR 2 698 840 A (DE DIETRICH) 10. Juni 1994 (1994-06-10) * Anspruch 7; Abbildungen *	1,2,4,6,13	B62D21/15 B61D15/06
A	DE 44 40 426 A (WAGGONBAU GÖRLITZ ET AL.) 9. Mai 1996 (1996-05-09) * Spalte 2, Zeile 38 - Zeile 41; Abbildungen *	1	
A	DE 18 16 428 A (FORD) 31. Juli 1969 (1969-07-31) * Abbildungen *	1,13	
A	EP 0 802 100 A (DE DIETRICH) 22. Oktober 1997 (1997-10-22) * das ganze Dokument *	1,2,9,11,13	
A	DE 196 11 934 C (YMOS) 17. April 1997 (1997-04-17) * Zusammenfassung; Abbildungen *	11	
A	FR 2 635 064 A (CINT-LORRAINE) 9. Februar 1990 (1990-02-09)		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) B62D B61D F16F B61F
Recherchenort BERLIN		Abschlußdatum der Recherche 1. März 2000	Prüfer Krieger, P
KATEGORIE DER GENANNTE DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mchtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 99 81 0906

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

01-03-2000

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
FR 2698840	A	10-06-1994	KEINE		
DE 4440426	A	09-05-1996	KEINE		
DE 1816428	A	31-07-1969	BE	726869 A	16-06-1969
			FR	1596385 A	15-06-1970
			GB	1183920 A	11-03-1970
			US	3520550 A	14-07-1970
EP 802100	A	22-10-1997	FR	2747633 A	24-10-1997
DE 19611934	C	17-04-1997	EP	0798197 A	01-10-1997
FR 2635064	A	09-02-1990	KEINE		

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82